

GLOSARIO DE TSUNAMIS



CENTRO INTERNACIONAL DE INFORMACIÓN
SOBRE TSUNAMIS (ITIC)
COMISION OCEANOGRÁFICA
INTERGUBERNAMENTAL (UNESCO)



1 CLASIFICACIÓN DE TSUNAMIS

CARACTERÍSTICAS DEL FENÓMENO

Un tsunami se desplaza fuera de la región de la fuente como una serie de ondas. Su velocidad depende de la profundidad del agua, y por consiguiente las ondas sufren aceleraciones o desaceleraciones pasando por encima de un fondo del océano más o menos profundo, respectivamente. Por este proceso la dirección de propagación de la onda cambia también, y la energía de la onda puede enfocarse o desenfocarse. En el océano profundo, las olas del tsunami pueden viajar a velocidades de 500 a 1.000 kilómetros por hora. Cerca de la playa, sin embargo, un tsunami disminuye su velocidad a unos decenas de kilómetros por hora. La altura de un tsunami también depende de la profundidad del agua. Un tsunami que acaso tiene un metro de altura en el océano profundo puede crecer a decenas de metros en la playa. Contrario a las familiares olas del océano

causadas por el viento que son sólo una perturbación de la superficie del mar, la energía de las olas de tsunami se extiende hasta el fondo del océano. Cerca de la costa, esta energía se concentra en la dirección vertical por la reducción en la profundidad del agua, y en la dirección horizontal por una reducción de la longitud de onda debido a que se reduce su velocidad.

Los tsunamis tienen períodos (el tiempo de un solo ciclo de la onda) que pueden ser entre unos minutos hasta una hora, o excepcionalmente más. En la orilla, un tsunami puede presentarse en una amplia variedad de expresiones que dependen del tamaño y período de las ondas, de la batimetría cerca de la costa y de la forma del litoral, del estado de la marea, y de otros factores. En algunos casos un tsunami puede inducir sólo una inundación relativamente benigna de áreas



costeras bajas, aproximándose a la playa en forma similar a una rápida marea creciente. En otros casos puede venir a la costa como una pared vertical de agua turbulenta que puede ser muy destructiva. En la mayoría de los casos hay también un decrecimiento del nivel del mar que precede a las crestas de las ondas del tsunami que producen un retroceso de la línea de agua costera, a veces por un kilómetro o más. Fuertes e inusuales corrientes del océano también pueden acompañar a tsunamis pequeños.

La destrucción por el tsunami es el resultado directo de tres factores: inundación, impacto de la onda en estructuras, y erosión. Fuertes corrientes inducidas por el tsunami han llevado a la erosión de fundaciones y al derrumbe de puentes y muros. La flotación y las fuerzas de arrastre mueven casas y vuelcan carros del ferrocarril. Fuerzas asociadas a las olas del tsunami demuelen edificios y otras estructuras. Daño considerable también es causado por los desechos flotantes, incluso los barcos y automóviles se tornan en proyectiles peligrosos que pueden chocar contra los edificios, malecones y otros vehículos. Barcos e instalaciones de puertos han sido dañados por acción de la onda causada, incluso por tsunamis débiles. Los incendios, que son el resultado del derrame de aceite o de combustible de los barcos dañados en puerto, o de estanques de petróleo rotos y refinerías dañadas, pueden causar mayor daño que el infligido directamente por el tsunami. Otro daño secundario puede ser resultado de la contaminación por aguas negras y químicos después de la destrucción. Los daños a instalaciones de carga, descarga y almacenamiento también pueden presentar problemas peligrosos. De creciente preocupación es el efecto potencial del tsunami, cuando las aguas en descenso destapan las entradas del agua de enfriamiento de las plantas nucleares.

TSUNAMI DE ORIGEN ATMOSFÉRICO.

Ondas similares a los tsunamis, generadas por el rápido movimiento de un frente de presión atmosférica sobre un mar poco profundo aproximadamente a la misma velocidad de las ondas, permitiendo acoplamiento entre ellas.

TSUNAMI INTERNO.

Tsunami que se manifiesta como una onda interna viajando a lo largo de una termoclina.

TSUNAMI LOCAL.

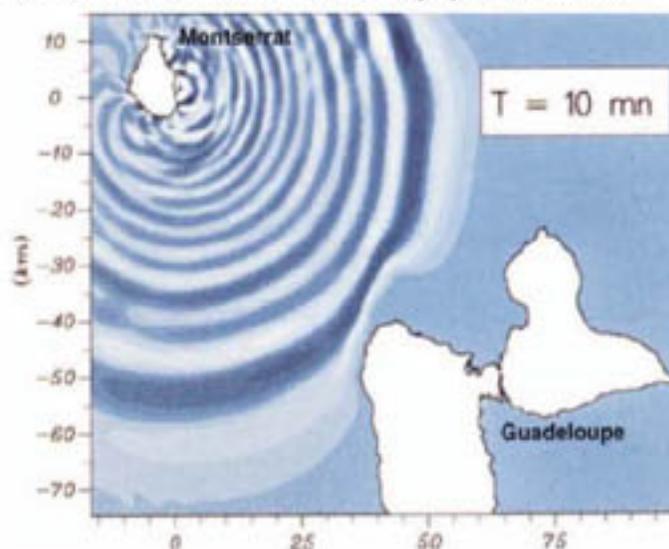
Tsunami con efectos destructivos que se confinan a las costas dentro de cien kilómetros de la fuente que lo generó, normalmente causado por un terremoto, a veces por un deslizamiento de tierra.

MICRO TSUNAMI.

Tsunami de amplitud tan pequeña que debe observarse instrumentalmente; no se puede detectar fácilmente de manera visual.

TSUNAMI LOCAL O DE CAMPO CERCANO.

Tsunami de una fuente cercana, generalmente menos de 200 km de distancia. Un tsunami local es generado por un terremoto pequeño, un deslizamiento de tierra o un flujo piroclástico.



Modelo Numérico: imagen de la superficie del mar 10 minutos después del deslizamiento submarino del flujo piroclástico (en la parte Sur-Este de la Isla de Montserrat)

Tsunami DE TODO EL PACÍFICO.

Tsunami capaz de amplia destrucción, no solamente en la zona inmediata de su generación sino en toda la cuenca del Océano Pacífico.



Daños causados por el tsunami en Chile, 22 de mayo, 1960.

PALEO TSUNAMI.

Investigaciones sobre paleo tsunamis (eventos que ocurrieron antes del registro histórico) se han efectuado recientemente en algunas regiones alrededor del Pacífico. Estos trabajos se basan principalmente en la recolección y análisis de depósitos de tsunami encontrados en áreas costeras y en otras evidencias de levantamiento o subsidencia de costas asociadas con terremotos cercanos. En un caso, la investigación ha llevado a una nueva preocupación por la posible ocurrencia futura de grandes terremotos y tsunamis a lo largo de la costa noroeste de América del Norte. En otro caso, el registro de tsunamis en la región de Kuril-Kamchatka se extendió mucho más atrás en el tiempo. Con la continuación del trabajo en este campo se puede esperar una cantidad significativa de nueva información sobre antiguos tsunamis para ayudar en la evaluación de la amenaza por tsunami.

Tsunami REGIONAL.

Tsunami capaz de causar destrucción en una región geográfica particular, generalmente dentro de 1000 km de su fuente. Ocasionalmente, los tsunamis regionales tienen también efectos muy limitados y localizados en zonas fuera de la región. La mayoría de los tsunamis destructivos pueden ser clasificados como **locales** o **regionales**, lo que significa que sus efectos destructivos se confinan a las costas

dentro de cien, o mil kilómetros, respectivamente, de la fuente - normalmente un terremoto. De esto resulta que la mayoría de los accidentes y daños a la propiedad relacionados a tsunamis también vienen de tsunamis locales. Entre 1975 y 1998 han habido por lo menos 18 tsunamis en el Pacífico y sus mares adyacentes lo que resultaba en significativas pérdidas de vidas y/o daños a propiedades.

Tabla de tsunamis locales y regionales, recientes

Fecha	Fuente	Pérdida de vidas estimadas
29 Nov 1975	Hawai, EEUU	2
17 Ago 1976	Filipinas	*8.000
19 Ago 1977	Indonesia	189
18 Jul 1979	Indonesia	540
12 Sep 1979	Nueva Guinea	100
12 Dic 1979	Colombia	500
26 May 1983	Mar de Japón	100
2 Sep 1992	Nicaragua	168
12 Dic 1992	Islas Flores, Indonesia	1.000
12 Jul 1993	Isla Okushiri, Japón	230
3 Jun 1994	Java, Indonesia	222
4 Oct 1994	Isla Shikotan, Rusia	11
14 Nov 1994	Filipinas	74
9 Oct 1995	Manzanillo, México	1
1 Ene 1996	Sulawesi, Indonesia	9
17 Feb 1996	Irian Jaya, Indonesia	110
23 Feb 1996	Perú	12
17 Jul 1998	Papúa Nueva Guinea	2.500

** Posiblemente incluye pérdidas por el terremoto*

Por ejemplo, un tsunami regional que ocurrió, en 1983, en el Mar del Japón o Mar del Este, dañó severamente áreas costeras de Japón, Corea, y Rusia, causando más de US\$ 800 millones en daños, y más de cien muertos. Después de nueve años sin un evento, once tsunamis localmente destructivos ocurrieron en un periodo del siete años de 1992 a 1998, produciendo más de 4.200 muertes y centenares de millones de dólares en daños de propiedad. En la mayoría de los casos, los esfuerzos de mitigación de tsunami establecidos en el momento fueron incapaces de prevenir los daños importantes y las pérdidas de vidas. Sin embargo, futuras pérdidas por tsunamis locales o regionales pueden reducirse si se establece una red más densa de centros de alerta, se instalan estaciones sísmicas y mareográficas, y se mejoran las comunicaciones para proporcionar una advertencia oportuna, y si se ejecutan mejores programas de preparación y educación sobre tsunami.



TELETSUNAMI = TSUNAMI GENERADO A DISTANCIA O TSUNAMI EN EL CAMPO LEJANO.

Tsunami originado por una fuente distante, generalmente a distancias de más de 1000 km.

Mucho menos frecuentes, pero con un potencial de amenaza más alto son *los tsunamis distantes que afectan toda la cuenca del Pacífico*. Éstos ocurren cuando la perturbación que genera el tsunami es suficientemente grande. Normalmente empiezan como un tsunami local que causa destrucción extensa cerca de la fuente, estas ondas continúan viajando por toda la cuenca del océano con energía suficiente para causar víctimas adicionales y destrucción en las orillas a más de mil kilómetros de la fuente. En los últimos doscientos años, ha habido por lo menos diecisiete tsunamis destructivos de este tipo.

El tsunami Trans-Pacífico más destructivo de la historia reciente fue generado por un potente terremoto frente a la costa de Chile el 22 de mayo de 1960. Todos los pueblos costeros chilenos entre los paralelos 36 y 44 fueron destruidos o fuertemente dañados por la acción del tsunami y del sismo. Tsunami y terremoto cobraron 2.000 vidas humanas, 3.000 heridos, 2.000.000 damnificados, y US\$ 550 millones de daños materiales. En el pueblo costero de Corral, Chile, las alturas de las ondas fueron estimadas en 20 metros (67 pies). El tsunami causó 61 muertes en Hawaii, 20 en las Filipinas y 100 o más en el Japón. Los daños estimados fueron de US\$ 50 millones en el Japón, US\$ 24 millones en Hawaii y algunos millones más a lo largo de la costa Oeste de los Estados Unidos y Canadá. Las alturas de las ondas en estas distancias variaron de oscilaciones ligeras en algunas áreas a 12 metros (40 pies) en la Isla de Pitcairn; 11 metros en Hilo, Hawaii; y 6 metros en algunos lugares del Japón.

Tabla de principales teletsunamis registrados en el Pacífico después de 1800

Fecha	Fuente	Pérdida de vidas estimadas
20 Feb 1835	Chile	2
7 Nov 1837	Chile	62
13 Ago 1868	Chile	25.000
10 May 1877	Chile	500
15 Jun 1896	Sanriku, Japón	22.000
31 Ene 1906	Colombia-Ecuador	500
17 Ago 1906	Chile	-
7 Sep 1918	Isl. Kuriles, Rusia	47
11 Nov 1922	Chile	100
3 Feb 1923	Kamchatka, Rusia	2
2 Mar 1933	Sanriku, Japón	3.000
1 Abr 1946	Isl. Aleutianas, U.S.A.	179
4 Nov 1952	Rusia	-
9 Mar 1957	Isl. Aleutianas, U.S.A.	5
22 May 1960	Chile	2.000
28 Mar 1964	Alaska, U.S.A.	112
Feb 1965	Isl. Aleutianas, U.S.A.	-

*Puede incluir víctimas del terremoto *Estimadas

SISMO TSUNAMIGÉNICO.

Un terremoto que produce un tsunami extraordinariamente grande en relación con la magnitud del sismo (Kanamori, 1972). Los sismos tsunamigénicos se caracterizan por un foco muy poco profundo, dislocaciones de la falla mayores que varios metros, y el plano de la falla es más pequeño que para los terremotos normales. Estos también son terremotos lentos, el desplazamiento a lo largo de sus fallas ocurre más despacio que como ocurriría en terremotos normales. Los últimos eventos de este tipo fueron en Nicaragua, 1992 y en Chimbote, Perú, 1996.



2 TÉRMINOS GENERALES RELATIVOS A LOS TSUNAMIS

Esta sección contiene los términos generales relativos a la atenuación de los efectos de los tsunamis (como daños por tsunami, riesgo de tsunami) así como la generación y modelación de éstos.

TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA.

Tiempo de llegada del tsunami a un determinado lugar, estimado en base a la modelación de la velocidad y la refracción de la onda de tsunami que se propaga desde la fuente. La llegada se estima con muy buena precisión (menor que un par de minutos) si la batimetría y la fuente son conocidas.

MAPA DE EVACUACIÓN.

Dibujo o mapa que presenta zonas de peligro y define límites más allá de los cuales las personas deben ser evacuadas para evitar ser afectadas por las ondas del tsunami.



Mapa de Inundación y Evacuación para la ciudad costera de Pucusana, Perú.

DATOS DE TSUNAMIS HISTÓRICOS.

Los datos históricos están disponibles en muchas formas y para muchos lugares. Las formas incluyen catálogos publicados y manuscritos sobre la ocurrencia de tsunamis, registros mareográficos, amplitudes de tsunami, mediciones de la zona de inundación, informes de investigaciones de campo, reportes en periódicos, películas o videos.

MODELO HIDRÁULICO.

Modelo reducido de una cuenca o un puerto para simular los efectos de la acción de la ola o de la inundación causada por olas de huracán o tsunami.

MODELAJE HIDRÁULICO.

Fórmulas matemáticas utilizadas junto con un modelo físico hidráulico para simular fenómenos de naturaleza hidrológica que son considerados como procesos o como sistemas.

RECONOCIMIENTO POST TSUNAMI.

Los tsunamis son eventos relativamente escasos y la mayoría de su evidencias son precederas. Por lo consiguiente, es muy importante hacer estudios de reconocimiento de forma organizada, rápida y completa después de cada tsunami, para recolectar datos detallados y valiosos para la evaluación del riesgo, validación de modelos y otros aspectos de la atenuación de los efectos del tsunami.

En años recientes, después de cada tsunami destructivo mayor, se ha organizado un reconocimiento post tsunami para hacer

mediciones de los límites de runups y de inundación y para recolectar datos de testigos oculares, tales como número de ondas, hora de la llegada de ellas, y cuál era la más grande. Los estudios han sido esencialmente organizados caso a caso, por especialistas de tsunamis, con participantes provenientes de algunos de los Estados Miembros del ITSU. El ITSU ha publicado una Guía de Campo para el Reconocimiento Post Tsunami (<http://www.prh.noaa.gov/itic/>) para ayudar en las preparaciones de los estudios, identificar las medidas y observaciones que deben tomarse, y regularizar los métodos de la recolección de datos con el objeto de aumentar la consistencia y exactitud de los resultados.

TIEMPO DE VIAJE.

Tiempo que requieren las primeras ondas de tsunami para propagarse desde su origen a un punto dado en el litoral.

MAPA DE TIEMPO DE VIAJE.

Mapa que muestra isocronas o líneas de igual tiempo de viaje del tsunami calculado desde la fuente hacia los puntos de arribo en litorales distantes.



Tiempo de viaje (en horas) para el tsunami originado en Chile el 22 de mayo, 1960. Este tsunami resultó extremadamente destructivo a lo largo de las costas cercanas de Chile, causó también destrucción y víctimas en lugares tan lejanos como Hawaii y Japón. La preocupación que surgió por este tsunami en todo el Pacífico llevó finalmente a la formación del TWSP e ITSU.

TSUNAMI.

Una serie de ondas de longitud y período sumamente largos, normalmente generado por perturbaciones asociadas con terremotos que ocurren debajo o cerca del suelo del océano. También, una serie de ondas del océano producida por un terremoto submarino, derrumbamiento, o una erupción volcánica. También se les llama maremoto. Estas ondas pueden alcanzar dimensiones enormes y pueden viajar por toda la cuenca del océano con poca pérdida de energía. Estas ondas se propagan como comunes olas de gravedad con un período típico entre 5 y 60 minutos. Las ondas de tsunamis se amplifican y aumentan en altura al acercarse a agua poco profunda, inundando áreas bajas; y donde la topografía submarina local causa amplificación extrema, las olas pueden romper y causar mucho daño. Los tsunamis no tienen ninguna relación con las mareas.



Destrucción en Hilo, Hawaii causada por el tsunami generado frente a la costa de las Islas Unimak, Aleutianas, EEUU, el 1° de abril de 1946.

DAÑOS POR TSUNAMI.

Pérdidas o daños causados por un tsunami destructivo. Más específicamente, los daños causados directamente por tsunami pueden resumirse de la forma siguiente: 1) muertos y heridos; 2) casas destruidas, en parte destruidas, inundadas, o quemadas; 3) otros daños a propiedades y pérdidas materiales; 4) barcos



desplazados tierra adentro, dañados o destruidos; 5) maderas trasladadas lejos; 6) instalaciones marinas destruidas, y; 7) daño a instalaciones públicas como ferrocarriles, caminos, plantas eléctricas, instalaciones de suministro de agua, y otros. El daño secundario e indirecto causado por tsunami puede ser: 1) daño por incendio de casas, barcos, estanques de petróleo, estaciones de gas, y otras instalaciones; 2) contaminación medioambiental causada por materiales flotantes, petróleo, u otras sustancias; 3) erupción de enfermedades epidémicas



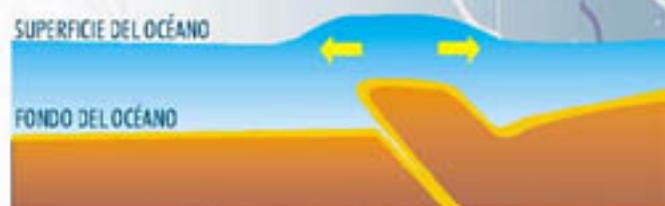
Destrucción masiva en la ciudad de Aomae en la Isla Okushiri, Japón causado por el tsunami regional del 12 de Julio, 1993

DISPERSIÓN DEL TSUNAMI.

La redistribución de la energía del tsunami en función de su período, cuando viaja atravesando un cuerpo de agua.

GENERACIÓN DEL TSUNAMI.

Un tsunami se genera, en primer lugar, por dislocaciones tectónicas bajo el mar causadas por terremotos de baja profundidad en áreas de subducción. Los bloques de la corteza terrestre movidos hacia abajo y arriba imparten una energía potencial en la masa de agua sobre ellos, modificando radicalmente el nivel del mar de la región afectada. La energía así transmitida a la masa de agua resulta en la generación del tsunami, lo que significa radiación de energía desde la zona de origen en forma de ondas de período largo.

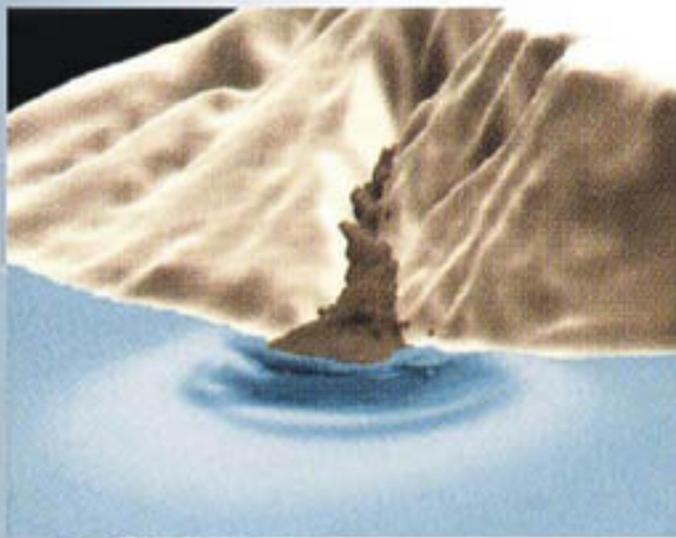


Tsunami generado por un terremoto



Tsunami generado por un deslizamiento de tierra





Tsunami generado por un flujo piroclástico

TEORÍA DE LA GENERACIÓN DE TSUNAMI.

El problema teórico de generación de la onda de gravedad (tsunami) en la capa de un líquido elástico (un océano), iniciada en la superficie de un semi-espacio sólido elástico (la corteza terrestre) en el campo de gravedad, puede estudiarse con métodos desarrollados por la teoría dinámica de elasticidad. La fuente que representa un foco de terremoto es una discontinuidad en la componente tangencial del desplazamiento de una porción de la corteza terrestre. En condiciones representativas de los océanos de la Tierra, la solución del problema está muy cercana a la solución paralela de dos problemas más simples: el problema de generación del campo de desplazamiento generado por la fuente en el semi-espacio elástico sólido con límite libre (fondo) que es considerado casi estático, y el problema de la propagación de la onda de gravedad dentro de la capa de líquido pesado e incompresible generada por el movimiento (deducido del problema anterior) del fondo sólido. Los parámetros de la onda de gravedad son teóricamente función de aquellos de la fuente (profundidad y orientación). En particular, se puede obtener una estimación muy aproximada de la energía de la fuente transmitida a la onda de gravedad. Generalmente, una parte de ella corresponde a las estimaciones obtenidas con datos empíricos. También, los tsunamis pueden ser generados a través de otros mecanismos diferentes como explosiones volcánicas o

nucleares, derrumbes, la caída de rocas y avalanchas submarinas.

PELIGRO DE TSUNAMI.

La probabilidad de que un tsunami de determinada magnitud impacte en una sección particular de la costa.

Hay decenas de miles de kilómetros de litoral en la región del Pacífico, representando porciones de por lo menos 23 países alrededor del océano, y 21 Estados islas. Estas áreas se están desarrollando en proporciones aceleradas con la expansión de puertos y medios industriales en muchos lugares, y densidades poblacionales crecientes casi en todas partes. Este elemento de crecimiento en población y el desarrollo de la infraestructura, expone más personas y sus casas, edificios y sistemas de transporte al impacto de tsunamis. Desde 1992, los tsunamis locales mayores han cobrado más de 4.200 vidas y han causado centenares de millones de dólares en daños de propiedad.

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE TSUNAMI.

Para cada comunidad costera, se necesita hacer una evaluación y nivel del riesgo de tsunami para identificar poblaciones y recursos bajo amenaza. Esta evaluación requiere conocimientos de probables fuentes de tsunami (como terremotos, derrumbes, erupciones volcánicas), su probabilidad de ocurrencia, y las características de tsunamis de esas fuentes cuando impactan en los diferentes lugares a lo largo de la costa. Para esas comunidades, los datos de tsunamis antiguos (históricos y paleotsunamis) pueden ayudar a cuantificar estos factores. Para la mayoría de las comunidades, sin embargo, existen sólo datos muy limitados o ninguna información anterior. Para estas costas, los modelos numéricos de inundación por tsunami pueden proporcionar estimaciones de las áreas que se inundarán en caso de un terremoto tsunamigénico local o distante, o un derrumbe local.

EFFECTOS DE LOS TSUNAMIS.

Aunque poco frecuentes, los tsunamis están entre los fenómenos físicos más espantosos y complejos y han sido responsables de muchas pérdidas de vida y la destrucción extensa de propiedades. Debido a su destructividad, los



tsunamis tienen impactos importantes en el sector humano, social y económico de las sociedades. Los archivos históricos muestran que destrucciones enormes de comunidades costeras a lo largo del mundo han ocurrido y que el impacto socio-económico de los tsunamis ha sido enorme en el pasado. En el Océano Pacífico, donde se ha generado la mayoría de estas ondas, el registro histórico muestra tremenda destrucción con pérdida extensa de vida y propiedad.

En el Japón, que tiene una de las regiones costeras más pobladas en el mundo y una larga historia de actividad sísmica, los tsunamis han destruido poblaciones costeras enteras. Hay también una historia de destrucción severa por tsunami en Alaska, las Islas de Hawaii, y América del Sur, aunque los archivos para estas áreas no son tan completos. El último tsunami pan-Pacífico mayor ocurrió en 1960. Muchos otros tsunamis destructivos locales y regionales han ocurrido con efectos más locales.



Inundación de tsunami estimada para Iquique-Chile, basada en resultados de una modelación numérica.

MODELACIÓN NUMÉRICA DE TSUNAMI.

A menudo, la única manera de determinar el runup potencial y la inundación de un tsunami local o distante es usar la simulación numérica, dado que los datos de tsunamis pasados son normalmente insuficientes. Los modelos pueden ser inicializados con un escenario del caso peor

para el origen del tsunami frente a la costa con el objeto de determinar los escenarios correspondientes al caso peor para el runup y la inundación. También pueden inicializarse modelos con fuentes más pequeñas para entender la severidad del riesgo por eventos menos extremos pero más frecuentes. Esta información es entonces la base para crear mapas y procedimientos para la evacuación por tsunamis. En la actualidad, tales simulaciones sólo se han llevado a cabo para un fragmento pequeño de las áreas costeras bajo riesgo. Técnicas de modelación suficientemente exactas han estado disponibles sólo en años recientes, y estos modelos requieren capacitación para entender y usarlos correctamente, así como la entrada de detallados datos topográficos y de batimetría en el área a modelarse.

En años recientes, los modelos numéricos fueron usados para simular la propagación del tsunami y su interacción con tierra firme. Estos modelos normalmente resuelven ecuaciones similares, pero a menudo emplean técnicas numéricas diferentes y se aplican a segmentos diferentes del problema total de la propagación del tsunami, desde las zonas de generación hasta el runup en áreas distantes.

Por ejemplo, se han empleado varios modelos numéricos para simular la interacción de tsunamis con islas. Estos modelos han usado los métodos de diferencias finitas, de elementos finitos y de integración de los límites para resolver las ecuaciones lineales de ondas largas. Estos modelos resuelven estas ecuaciones relativamente sencillas y proporcionan simulaciones razonables de tsunamis para propósitos de ingeniería.

Existen datos históricos muy limitados para la mayoría de las costas del Pacífico. Por consiguiente, las simulaciones numéricas pueden ser la única manera de estimar el riesgo potencial en estas áreas bajo riesgo de tsunami. Existen ahora técnicas para llevar a cabo esta valoración. A través de programas como el Proyecto TIME (Intercambio de Modelos de Inundación por Tsunami) de CO/ITSU, se pueden transferir a todos los países del Pacífico bajo riesgo los programas de computación y la capacitación necesaria para realizar esta modelación del riesgo.



OBSERVACIÓN DE LOS TSUNAMIS.

Observación o medida de la fluctuación del nivel del mar causado por la incidencia de un tsunami, en un punto particular y en un tiempo determinado.

PREVENCIÓN EN MATERIA DE TSUNAMIS.

La existencia de planes, métodos, procedimientos y acciones a ser tomados por oficiales gubernamentales y el público en general con el propósito de minimizar el riesgo potencial y mitigar los efectos de futuros tsunamis. Una preparación apropiada para una advertencia del inminente peligro de tsunami, requiere de conocimiento sobre las áreas que podrían inundarse (mapas de inundación por tsunami) y conocimiento del sistema de alerta para saber cuándo se tiene que evacuar y cuándo es seguro volver.

PROPAGACIÓN DE LOS TSUNAMIS.

Los tsunamis viajan desde el área de generación en todas direcciones. La dirección principal de la propagación de energía es generalmente perpendicular a la dirección de la zona de fractura del terremoto. Su velocidad depende de la profundidad del agua. Las ondas sufren aceleraciones y desaceleraciones cuando pasan sobre un fondo del océano con profundidad variable. En el océano profundo y abierto, ellas viajan a velocidades de 500 a 1.000 kilómetros por hora (300 a 600 millas por hora). La distancia entre las crestas sucesivas puede ser tanta como 500 a 650 kilómetros (300 a 400 millas); sin embargo, en el océano abierto la altura de las ondas generalmente es de menos de un metro (3 pies) incluso para los tele tsunamis más destructivos, y las ondas pasan inadvertidas. Hay variaciones en la propagación del tsunami cuando el impulso de la propagación es más fuerte en una dirección que en otras debido a la orientación o a las dimensiones del área generadora y donde la batimetría regional y los rasgos topográficos modifican la forma de la onda y su velocidad. Específicamente, las ondas del tsunami se ven afectadas por procesos de refracción y reflexión a lo largo de su viaje. Los tsunamis son únicos en el sentido que la forma de onda se extiende a través de la columna de agua entera desde la superficie del mar al fondo del océano. Es esta característica lo que hace posible la gran cantidad de energía que se propaga por un tsunami.



Modelo de propagación de un tsunami en el Pacífico sud este, nueve horas después de su generación. Origen: Antofagasta, Chile (30 de julio de 1995).

RIESGO DE TSUNAMI.

La probabilidad que un litoral particular sea golpeado por un tsunami multiplicado por lo que esté expuesto a ser dañado y afectado a lo largo de esa costa. En términos generales, el riesgo es la amenaza multiplicada con la exposición (vulnerabilidad).

FUENTE DEL TSUNAMI.

Punto o área de origen del tsunami, normalmente el sitio de un terremoto, erupción volcánica, o derrumbamiento que causaron un desplazamiento rápido de gran potencia del agua para iniciar las ondas del tsunami.

TSUNAMIGÉNICO

Generador de un tsunami: un terremoto generador de tsunami, un derrumbe generador de tsunami.

VELOCIDAD DEL TSUNAMI O VELOCIDAD EN AGUAS DE BAJA PROFUNDIDAD.

Velocidad de una onda en el océano, la longitud de la cual es suficientemente grande en

comparación con la profundidad del agua (i.e., 25 o más veces la profundidad) que puede ser aproximada por la siguiente expresión:

$$c = \sqrt{gh}$$

Donde:

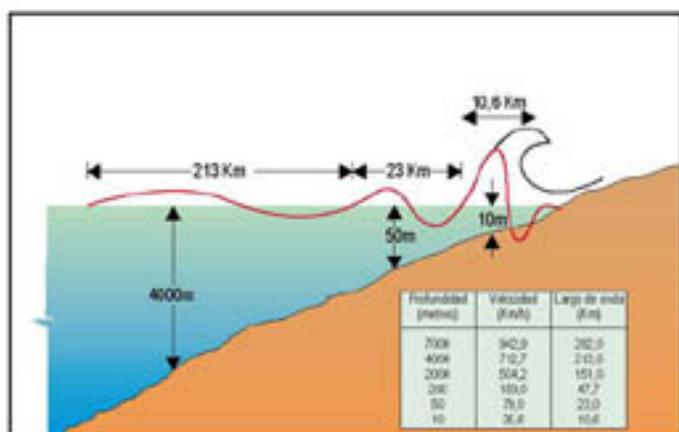
c es la velocidad de la onda,

g es la aceleración de gravedad,

h es la profundidad del agua.

Así, la velocidad de las ondas en aguas poco profundas es independiente de la longitud de la onda L . En profundidades de agua entre $\frac{1}{2} L$ y $\frac{1}{25} L$ es necesario usar una expresión más precisa:

$$c = \sqrt{(gL/2\pi)[\tanh(2\pi h/L)]}$$



Altura de la onda y profundidad del agua: En el océano abierto un tsunami tiene menos de 30 cm de altura en la superficie, pero la altura de la onda aumenta rápidamente en agua poco profunda. La energía de tsunamis se extiende desde la superficie al fondo aún en las aguas más profundas. Cuando el tsunami ataca el litoral, la energía de la onda está comprimida en distancias mucho más cortas, lo que crea ondas destructivas y amenazantes para las vidas de las personas

ZONIFICACIÓN DE LOS TSUNAMIS.

Designación de zonas distintivas a lo largo de las áreas costeras según los grados diferentes de la amenaza por tsunami; para la preparación del desastre, planificación, códigos de la construcción, o la evacuación pública.



Inundación en el acuario Oga por el tsunami generado en Japón por el terremoto del 26 de mayo de 1983.



3 RECONOCIMIENTOS Y MEDICIONES

Todos los términos y parámetros utilizados para medir las ondas en mareógrafos (como amplitud y periodo del tsunami) o medidos en terreno durante un reconocimiento (como runup ó altura del punto de penetración máxima, máxima inundación horizontal, línea de inundación) y para clasificar un tsunami (magnitud del tsunami).

HORA DE LLEGADA.

Tiempo de llegada del primer máximo de las ondas del tsunami a un determinado sitio.

LONGITUD DEL SENO

La longitud de una ola a lo largo de su seno. A veces se llama el ancho del seno.

CAÍDA.

Cambio descendente o depresión del nivel del mar asociado con un tsunami, una marea, o algún efecto climático de largo período.

TIEMPO TRANSCURRIDO.

Tiempo entre la llegada de la primera onda y la llegada del nivel máximo.

INUNDACIÓN HORIZONTAL.

Distancia entre la línea de inundación horizontal y la orilla, generalmente medido perpendicularmente a la orilla.

SUBIDA INICIAL.

Tiempo del primer máximo de las ondas del tsunami.

INTENSIDAD.

Potencia, fuerza o energía extrema.

ÁREA DE INUNDACIÓN.

Área inundada por el tsunami.

LÍNEA DE INUNDACIÓN.

Límite interior de la inundación, determinado horizontalmente desde la línea del nivel medio del mar (NMM). A veces se usa la línea de vegetación como una referencia. Si se puede determinar que está a más de 3 metros de la línea NMM, se ajusta; de lo contrario, se ignora. En la ciencia de tsunamis, es el límite de penetración tierra adentro del tsunami.

ONDA INICIAL.

Onda del tsunami que llega primero. En algunos casos, la onda inicial produce una depresión inicial o caída del nivel del mar, y en algunos casos una elevación o ascenso.

MAGNITUD.

Número asignado a una cantidad mediante la cual, dicha cantidad puede compararse con otras de la misma clase.

INUNDACIÓN MÁXIMA.

Máxima penetración horizontal del tsunami desde la línea de playa. La inundación máxima se mide para cada costa o puerto afectado por el tsunami.

RUN-UP MÁXIMO/ALTURA MÁXIMA DEL PUNTO DE PENETRACIÓN MÁXIMA.

Diferencia máxima entre la altura del punto de penetración máxima del tsunami (línea de inundación) y el nivel del mar al momento del ataque del tsunami. Un run-up máximo se mide para cada costa o puerto diferente afectado por el tsunami.

ALTURA MEDIA.

Altura promedio de un tsunami medido del valle al seno después de eliminar la variación de la marea.

DESBORDAMIENTO.

Acto de desbordar, inundación.

ASCENSO.

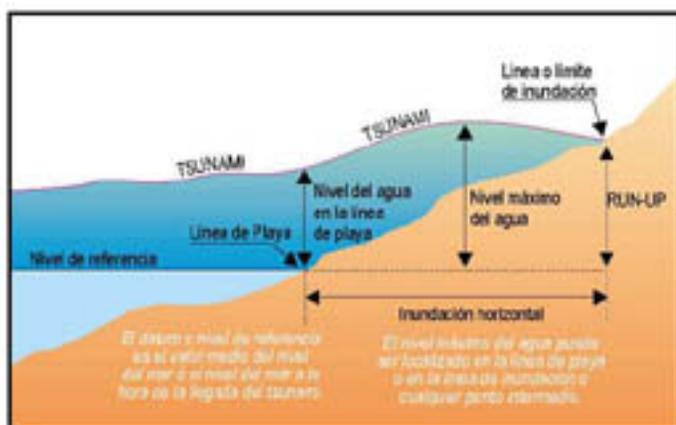
Cambio ascendente o elevación del nivel del mar asociado con un tsunami, huracán, marea, o algún efecto climático de período largo.

RUN-UP / ALTURA DEL PUNTO DE PENETRACIÓN MÁXIMA.

(1) Diferencia entre la elevación de penetración máxima de un tsunami (línea de inundación) y el nivel del mar en el momento del ataque del tsunami.

(2) Elevación alcanzada por el mar medido en relación con algunos niveles fijos tales como el nivel medio del mar, bajamar media, nivel del mar en el momento del ataque del tsunami, entre otros, y medido, si es posible, en un punto correspondiente al máximo local de la inundación horizontal.

(3) En términos prácticos, el run-up se mide solamente donde existe una evidencia clara en la orilla del límite de la inundación.



Esquema de la llegada de un tsunami.

DISTRIBUCIÓN DEL RUN-UP.

Conjunto de valores de run-up del tsunami medidos a lo largo de una costa.



Valores de run-up medidos durante el tsunami del 12 de julio de 1993 en Nansei, Hokkaido.

ESCALA DE SIEBERG DE LA INTENSIDAD DE TSUNAMI.

Una escala descriptiva de la intensidad de tsunami que se modificó posteriormente a la escala de Sieberg-Ambraseys descrita a continuación (Ambraseys 1962).

ESCALA MODIFICADA DE SIEBERG DE LA INTENSIDAD DEL TSUNAMI

1. Muy suave. La onda es tan débil que solo es perceptible en los registros de los mareógrafos.
2. Suave. Las ondas son percibidas por aquellos que viven a lo largo de la costa y están familiarizados con el mar. Normalmente se percibe en costas muy planas.
3. Bastante fuerte. Generalmente es percibido. Inundación de costas de pendientes suaves. Embarcaciones deportivas pequeñas son arrastradas a la costa. Daños leves en estructuras de material ligero situadas cerca de las costas. En estuarios, se invierten los flujos de los ríos hacia arriba.
4. Fuerte. Inundación de la costa hasta determinada profundidad. Daños de erosión en rellenos construidos por el hombre. Terraplenes y diques dañados. Las estructuras de material ligero cercanas a la costa son dañadas. Las

estructuras costeras sólidas sufren daños menores. Pequeños veleros y pequeños buques son derivados tierra adentro o mar afuera. Costas cubiertas con desechos flotantes.

5. Muy fuerte. Inundación general de la costa hasta determinada profundidad. Los muros de muelles y estructuras sólidas cercanas al mar son dañadas. Las estructuras de material ligero son destruidas. Severa erosión de tierras cultivadas y la costa cubierta con desechos de artículos flotantes y animales marinos. Con excepción de grandes barcos, todo otro tipo de embarcación es llevada tierra adentro o hacia el mar. Grandes ascensos de agua en ríos estuarinos. Instalaciones portuarias resultan dañadas. Las personas se ahogan. Olas acompañadas de fuerte rugido.

6. Desastroso. Destrucción parcial o completa de estructuras artificiales a determinada distancia de la costa. Grandes inundaciones costeras. Buques grandes severamente dañados. Árboles arrancados de raíz o rotos. Muchas víctimas.

ALTURA SIGNIFICATIVA DE LAS ONDAS.

Promedio de las alturas del tercio de ondas más altas de un grupo dado de ellas. Note que la composición de las ondas más altas depende de hasta qué punto las ondas más bajas son consideradas. En el análisis del registro de ondas es la altura promedio del tercio más alto de un número seleccionado de ellas. Se determina este número dividiendo el tiempo del registro por el período significativo. También altura característica de onda.

AMPLITUD DEL TSUNAMI.

Normalmente determinado en un registro del nivel del mar, es: (1) el valor absoluto de la diferencia entre un seno o un valle particular del tsunami y el nivel normal del mar en reposo a la hora indicada, (2) mitad de la diferencia entre un seno y un valle sucesivos, corregida por el cambio de marea entre ellos. Representa la verdadera amplitud de la onda del tsunami en algún punto del océano. Sin embargo, es a menudo modificada de alguna forma por la respuesta del sistema del mareógrafo.



Registro Mareográfico de un tsunami.

AMPLITUD DEL TSUNAMI (MÁXIMA).

Normalmente medida en un mareograma, es la mitad del valor de la diferencia entre una cresta y una depresión adyacente, corregido por el cambio de marea entre esa cresta y la depresión.

MAGNITUD DEL TSUNAMI M_t .

Medida del tamaño físico total de un tsunami, definida en términos de amplitudes de la ola del tsunami instrumentalmente determinadas. La magnitud del tsunami se define por:

$$M_t = \log 2H$$

revisado por lida, Cox, y Pararas-Carayannis (1967), donde H es la altura máxima del run-up o la amplitud en un litoral cerca del área generadora. Se han propuesto otras escalas de la magnitud de tsunami, también basadas en la máxima altura del run-up. Abe definió dos magnitudes de tsunami diferentes. Su primera definición de la magnitud del tsunami (1979) es:

$$M_t = \log H + B$$

donde H es la máxima amplitud de una sola cresta o depresión de las olas del tsunami (en metros) y B una constante. La segunda definición (1981) es:

$$M_t = \log H + a \log R + D$$

donde R es la distancia en kilómetros desde el epicentro del terremoto a la estación mareográfica a lo largo de la trayectoria oceánica más corta, y a y D son constantes.

PERÍODO DEL TSUNAMI.

Tiempo en que una ola del tsunami completa un ciclo. Los períodos de tsunami típicamente varían entre 5 minutos a 2 horas.

PERÍODO PREDOMINANTE DEL TSUNAMI.

Diferencia entre el tiempo de la llegada del seno más alto y el siguiente, medido en un mareograma.

LONGITUD DE ONDAS DE TSUNAMI.

Distancia horizontal entre puntos similares en dos ondas sucesivas medidas perpendicularmente al seno. La longitud de la onda y el período del tsunami dan una información sobre la fuente del tsunami. Para tsunamis generados por terremotos, el rango de longitud de onda típico es de 20 a 300 km. Para tsunamis generados por derrumbes, el rango de la longitud de la onda es de centenares de metros a decenas de kilómetros.

MÁXIMO NIVEL DE AGUA.

Diferencia entre la elevación de la marca de agua local más alta y la elevación del nivel del mar en el momento del ataque del tsunami. Esto difiere del máximo run-up porque la marca de agua no se observa a menudo en la línea de la inundación, pero quizás puede estar a la mitad del costado de un edificio o en un tronco de árbol.

SENO DE UNA ONDA.

- (1) La parte más alta de una onda.
- (2) Aquella parte de la onda sobre el nivel del agua en reposo.



Tsunami generado por el sismo del 30 de julio de 1995 en Chile.

Retiro del mar e inundación en la bahía de Tahauku (Hiva-Oa - Islas Marquesas).

4 MAREA, MAREÓGRAFO Y NIVEL DEL MAR

Términos en relación con el nivel del mar, la medición de la marea y el mareógrafo.

OLA REVENTADA.

Ola del mar que se ha vuelto tan empinada (pendiente de ola de 1/7) que el seno adelanta al cuerpo de la ola y se derrumba en una masa turbulenta sobre la orilla o encima de un arrecife. Normalmente, el rompimiento ocurre cuando la profundidad del agua es menor de 1,28 veces la altura de la ola. Se pueden distinguir tres tipos de olas grandes, dependiendo principalmente de la pendiente del fondo: (a) olas de derrame (sobre un fondo casi llano) que forman un parche espumante en la cresta y rompen gradualmente encima de una distancia considerable; (b) olas zambulléndose (encima de una pendiente del fondo bastante empinada) formando crestas, se arrollan con una tremenda masa sobresaliente y se rompen después con gran retumbo; (c) oleadas encima de pendientes del fondo muy empinadas que no se derraman o zambullen pero surgen a la playa.

Las olas también revientan en agua profunda si se empinan demasiado alto por el viento, pero estas olas normalmente tienen crestas cortas y se llaman capas blancas.

ROMPEOLAS.

Una estructura en la costa similar a una pared que se usa para proteger un puerto o playa de la fuerza de las olas.



Tsunami de Chile de 1995: Observación de efectos del tsunami detrás del rompeolas en la Bahía Tahauku en las Islas Marquesas, Polinesia Francesa, a miles de kilómetros de la fuente del tsunami.

COTIDAL.

Que indica igualdad de mareas o una coincidencia con la hora de la pleamar o de la bajamar.

REMOLINO.

Por analogía con una molécula, un globo de fluido dentro de la masa fluida que tiene una cierta integridad y historia de vida propia; las actividades de la totalidad del fluido es el resultado del movimiento de los remolinos.

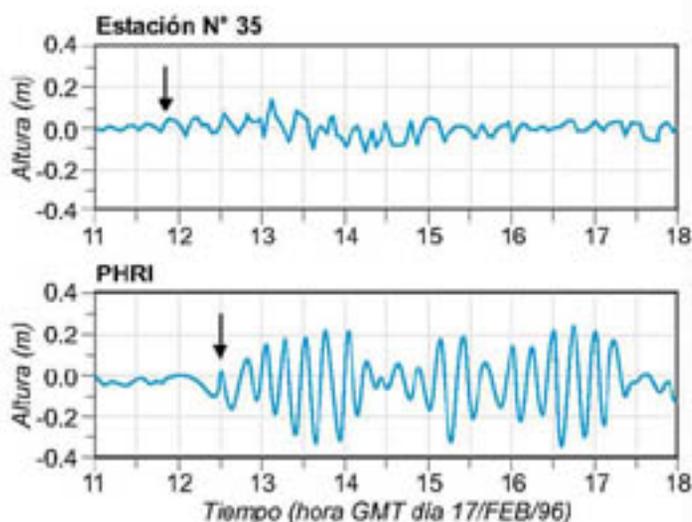
BAJAMAR.

Nivel de agua más bajo alcanzado durante un ciclo de marea. El término popular aceptado es marea baja.

MAREOGRAMA.

- (1) Registro hecho por un mareógrafo.
- (2) Cualquier representación gráfica del ascenso y descenso del nivel del mar, con el tiempo como abscisa y la altura como ordenada; normalmente se usa para medir las mareas, también puede mostrar tsunamis.

TSUNAMI DE IRIAN JAYA DEL 17 DE FEBRERO 1996



Registro de tsunami por un mareógrafo submarino ubicado a 50 km fuera de la entrada a la Bahía de Tokio en una profundidad del agua de aproximadamente 50 m (arriba), y de otro mareógrafo ubicado en la costa (abajo). En el mareógrafo submarino se detecta el tsunami aproximadamente 40 minutos antes de llegar a la costa. El mareógrafo submarino fue desarrollado por Japan's Port and Harbours Research Institute.

NIVEL MEDIO DEL MAR.

El nivel promedio de la superficie del mar, basado en la medición de cada hora de la altura de la marea en costa abierta o aguas adyacentes que tienen acceso libre al mar. Estas observaciones se deben haber hecho sobre un período "considerable" de tiempo. En los Estados Unidos, el nivel medio del mar se define como la altura promedio de la superficie del mar para todas las fases de la marea sobre un período de diecinueve años. Valores seleccionados del nivel

medio del mar sirven de referencia del nivel del mar para los estudios de la elevación en los Estados Unidos. Como el nivel promedio alto y el nivel promedio bajo, el nivel medio del mar es un tipo de dato de la marea.

NIVEL MÁXIMO PROBABLE.

Nivel del agua hipotético (exclusivo de run-up de las olas normales generadas por el viento) que podría resultar de la combinación más severa de los factores hidrometeorológicos, geosísmicos y otros factores geofísicos que se consideran posibles en la región involucrada. Se asume que cada uno de estos factores afecta al sitio de la manera máxima. Este nivel representa la respuesta física de un cuerpo de agua a los fenómenos extremos como huracanes, tormentas, otros eventos meteorológicos ciclónicos, tsunamis, y la marea astronómica en combinación con probabilidades máximas de condiciones hidrológicas ambientales como nivel de la ola con virtualmente ningún riesgo de ser excedido.

NIVEL DEL MAR DE REFERENCIA.

Las diferencias observadas de las elevaciones entre cotas de marea o puntos geodésicos, se procesan a través del método de los ajustes de los mínimos cuadrados para determinar alturas ortométricas referidas a una superficie de referencia vertical común, que es el nivel del mar de referencia. De esta manera, los valores de altura de todas las cotas de marea obtenidos en el programa de control vertical de una agencia de topografía, se mantienen consistentes y pueden compararse para determinar diferencias de elevación entre las cotas de marea en un sistema de referencia geodésico que no puede ser conectado directamente por líneas de nivelación geodésicas. La superficie de referencia vertical en uso en los Estados Unidos, como en la

mayoría de los países del mundo, se aproxima al geoide. Se asumía que el geoide era coincidente con el nivel local medio del mar en 26 estaciones mareográficas para obtener el Dato del Nivel del Mar de 1929 (SLD 290). El Dato Geodésico Vertical Nacional de 1929 (NGVD 29) desde entonces sólo ha experimentado un cambio del nombre; el mismo sistema de referencia vertical ha estado en uso en los Estados Unidos desde 1929. Este sistema de control vertical importante se hizo posible gracias a un nivel del mar de referencia universalmente aceptado.

NIVEL DEL MAR.

Altura del mar en un momento dado determinado en relación con algún datum, como el nivel promedio del mar.

ONDA DE MAREA.

El movimiento ondeado de las mareas.

MAREMOTO.

En idioma popular, cualquier nivel del mar extraordinariamente alto y por consiguiente destructivo a lo largo de una orilla. Normalmente se refiere a una ola de tormenta o a un tsunami.

MAREA.

Ascenso y descenso rítmico y alternado de la superficie (o del nivel de agua) del océano, y de cuerpos de agua conectados con el océano como los estuarios y golfos. Ocurre dos veces al día sobre la mayor parte de la Tierra. Es el resultado de la atracción gravitatoria de la luna (y en menor grado del sol) actuando desigualmente en las diferentes partes de la Tierra en rotación.

AMPLITUD DE LA MAREA.

Mitad de la diferencia de altura entre la marea alta y la bajamar consecutiva; por lo tanto la mitad del rango de la marea.

MEDIDOR DE MAREA.

Dispositivo para medir la altura (ascenso y descenso) de la marea. Especialmente un instrumento que automáticamente hace un registro gráfico continuo de la altura de la marea en el tiempo.



Foto de un medidor de marea en Chile, instalado en el muelle de Puerto Montt (latitud 41°30' S). Se aprecia la caja protectora contra el agua, el panel solar, antena plana y el sensor de presión.

ESTACIÓN MAREOGRÁFICA.

Sitio donde se hacen observaciones de la marea.



5 SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ORGANIZACIÓN DEL ITSU

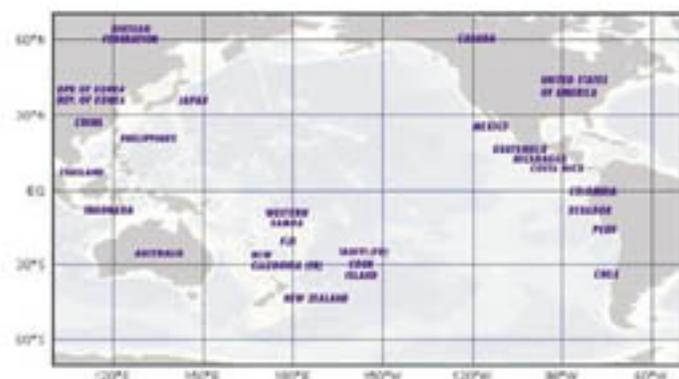
El ICG/ITSU define varios acrónimos de su organización, los cuerpos creados por IOC (ITIC, PTWC), y los diferentes boletines y publicaciones.

PLAN DE COMUNICACIONES PARA EL SISTEMA DE ALARMA DE TSUNAMI EN EL PACÍFICO.

Manual de Operaciones para el Sistema de Alarma de Tsunami en el Pacífico. El Plan lista las estaciones mareográficas y sísmicas que participan en el sistema de alarma, métodos preferidos de comunicaciones entre las estaciones y el Centro de Alarma de Tsunami para el Pacífico (PTWC), y criterios de información. El Plan también lista a los destinatarios de mensajes del monitoreo de tsunami y los métodos del envío de los mensajes. El Plan también proporciona una apreciación general de los procedimientos operacionales del Sistema de Alarma de Tsunami y de la naturaleza de los tsunamis.

IGC/ITSU

Grupo de Coordinación Internacional para el Sistema de Alarma de Tsunami en el Pacífico. ICG/ITSU es una organización internacional que



Estados miembros de ITSU

promueve la cooperación y coordinación de las actividades de mitigación de tsunami. Se estableció en 1965 como un cuerpo subsidiario de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la UNESCO, y está compuesto de representantes nacionales de Estados Miembros en la Región del Pacífico. Se reúne cada dos años para repasar el progreso y coordinar las actividades para mejorar el Sistema de Alarma de Tsunamis. Actualmente tiene 25 Estados Miembros: Australia, Canadá, Chile, China, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Estados Unidos de América, Federación de Rusia, Fiji, Filipinas, Francia, Guatemala, Islas Cook, Indonesia, Japón, México, Nicaragua, Nueva Zelanda, Perú, República de Corea, República Popular Democrática de Corea, Samoa Occidental, Singapur y Tailandia.

CoI

Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO.
(<http://ioc.unesco.org/iocweb/default.htm>)

Itic

Centro Internacional de Información sobre Tsunami. Establecido en 1968 por la COI, ITIC trabaja estrechamente con el Centro de Alarma de Tsunami del Pacífico (PTWC). Ubicado en Honolulu, Hawaii, ITIC es responsable, entre otras funciones, de: supervisar las actividades internacionales de la alerta contra tsunamis en el Pacífico y recomendar mejoras con respecto a las comunicaciones, redes de computadoras, adquisición de datos, y diseminación de información; suministrar a los Miembros y No-Miembros información sobre sistemas de alerta contra tsunamis, sobre los asuntos del ITIC y cómo llegar a ser participantes activos en las

actividades de ITSU; apoyar a los Estados Miembros de ITSU a establecer sistemas nacionales de alerta y en mejorar la preparación para los tsunamis en todas las naciones a lo largo del Océano Pacífico; recoger y promulgar los conocimientos sobre tsunamis y promover la investigación sobre tsunami y su aplicación para prevenir pérdidas de vida y daños a la propiedad.

(<http://www.prh.noaa.gov/itic/>)

ITSU

Grupo de Coordinación Internacional para el Sistema de Alerta contra Tsunami en el Pacífico (abreviación de International TSUnami).

IUGG

Unión Geodésica y Geofísica Internacional.

PLAN MAESTRO.

Plan principal que perfila los métodos y procedimientos que necesitan ser seguidos para lograr las metas a largo plazo de un programa. La primera edición del Plan Maestro GIC/ITSU se emitió en 1989. La segunda edición se emitió en el 2000.

(<http://www.prh.noaa.gov/itic/>)

PTWC

Centro de Alerta contra Tsunami en el Pacífico. El PTWC es la oficina principal del Sistema operacional de Alerta contra Tsunami en el



Área de operaciones del Centro de Alerta contra Tsunami en el Pacífico en Ewa Beach, Hawaii.

Pacífico y trabaja estrechamente con otros centros nacionales y regionales supervisando estaciones sísmicas mareográficas alrededor del Océano Pacífico, para evaluar terremotos potencialmente tsunamigénicos. El PTWC es operado por el Servicio Meteorológico Nacional de los Estados Unidos.

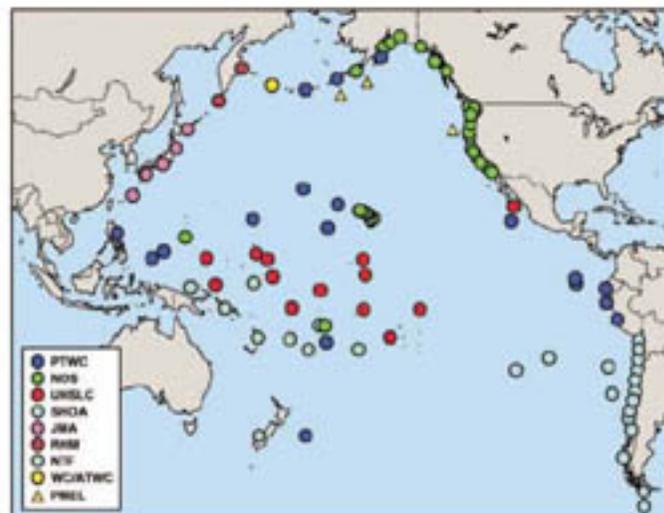
(<http://www.nws.noaa.gov/pr/ptwc>)



Instalaciones del PTWC ubicadas en Ewa Beach, Hawaii, USA.

PTWS

Sistema de Alerta contra Tsunami en el Pacífico. El PTWS es el sistema operacional de alerta contra tsunami en el Pacífico.



Mareógrafos del Sistema de Alerta de Tsunami.

TABLERO DE BOLETINES SOBRE TSUNAMI.

Sistema de intercambio por correo electrónico principalmente para los científicos en el campo de tsunami. Se usa para diseminar rápidamente ideas e información con respecto a tsunamis y su

investigación. El tablero de boletines de tsunami ha sido muy útil para organizar rápidamente estudios post tsunami y distribuir sus resultados, y para planificar talleres y simposios sobre tsunamis.

BOLETÍN DE INFORMACIÓN SOBRE TSUNAMI.

Mensaje emitido por el PTWC para informar a los participantes del sistema sobre la ocurrencia de un terremoto mayor en el Pacífico o áreas cercanas, con la evaluación que un tsunami pan-Pacífico potencialmente destructivo no fue generado.

BOLETÍN DE ALARMA DE TSUNAMI.

Mensaje de alarma emitido a lo largo del Pacífico basado en la confirmación que se ha generado un tsunami que presenta una amenaza para la población en una parte o en todo el Pacífico. Una Alarma de Tsunami será seguida por boletines adicionales con información actualizada hasta que sea cancelada.

BOLETÍN DE ALARMA/ALERTA REGIONAL DE TSUNAMI.

Mensaje emitido inicialmente por el PTWC basado sólo en información sísmica para alertar a todos los participantes sobre la posibilidad de un tsunami y aconsejarlos que una investigación del tsunami está en función. Aquellas áreas que estén dentro de 0 a 3 horas del tiempo estimado de llegada de la primera ola, entran en un estado de Alarma de Tsunami. Las áreas dentro de 3 a 6 horas entran en un estado de Alerta de Tsunami. El boletín será seguido por boletines adicionales hasta que sea se suba al nivel de Alarma de Tsunami en todo el Pacífico o hasta que sea cancelado. Lo siguiente es un ejemplo (estos mensajes llegarán siempre en inglés) de un Boletín de Alarma/Alerta Regional emitido por el PTWC.

TSUNAMI BULLETIN NUMBER 001.

PACIFIC TSUNAMI WARNING
CENTER/NOAA/NWS

ISSUED 13 JAN, 1808 UTC

THIS BULLETIN IS FOR ALL AREAS OF THE PACIFIC BASIN EXCEPT CALIFORNIA, OREGON, WASHINGTON, BRITISH COLUMBIA, AND ALASKA.

... A TSUNAMI WARNING AND WATCH ARE IN EFFECT ...

ATSUNAMI WARNING IS IN EFFECT FOR:
NICARAGUA, EL SALVADOR, MEXICO
ATSUNAMI WATCH IS IN EFFECT FOR:
ECUADOR, PANAMA, PERU

FOR OTHER AREAS IN THE PACIFIC, THIS MESSAGE IS FOR INFORMATION ONLY.

AN EARTHQUAKE, PRELIMINARY MAGNITUDE 7.7, OCCURRED 13 JAN, 1733 UTC.
COORDINATES: LATITUDE 13.1 NORTH,
LONGITUDE 88.6 WEST
VICINITY: OFF COAST OF CENTRAL AMERICA.

EVALUATION: IT IS NOT KNOWN THAT A TSUNAMI WAS GENERATED.

THIS WARNING AND WATCH ARE BASED ONLY ON EARTHQUAKE EVALUATION.

ESTIMATED TIMES OF INITIAL WAVE ARRIVAL AT LOCATIONS WITHIN THE WARNING AND WATCH AREAS ARE:

NICARAGUA	CORINTO	1946Z 13 JAN
	PUERTO SANDINO	1947Z 13 JAN
	SAN JUAN DLSUR	2025Z 13 JAN
EL SALVADOR	ACAJUTLA	1955Z 13 JAN
MEXICO	ACAPULCO	2034Z 13 JAN
	MANZANILLO	2133Z 13 JAN
	SOCORRO	2219Z 13 JAN
ECUADOR	BALTRAI.	2115Z 13 JAN
PANAMA	BALBOA HTS.	2247Z 13 JAN
PERU	LA PUNTA	2343Z 13 JAN

BULLETINS WILL BE ISSUED HOURLY OR SOONER IF CONDITIONS WARRANT.

THE TSUNAMI WARNING WILL REMAIN IN EFFECT UNTIL FURTHER NOTICE.

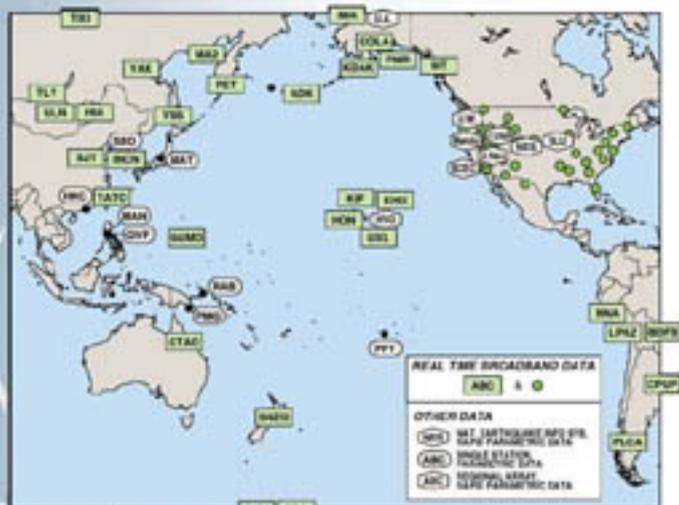
RECIPIENTS OF THIS MESSAGE LOCATED IN CALIFORNIA, OREGON, WASHINGTON, BRITISH COLUMBIA, AND ALASKA SHOULD REFER ONLY TO ALASKA TSUNAMI WARNING CENTER MESSAGES FOR INFORMATION ABOUT ANY TSUNAMI THREAT IN THOSE AREAS.



Twsp

Sistema de Alarma de Tsunami en el Pacífico.

Los sistemas de Alarma de Tsunami en el Pacífico pueden ser clasificados a través de dos factores relacionados: (1) por los tipos de tsunami contra los cuales se preparan a alertar



Datos sísmicos usados por el PTWC en apoyo del TWSP.

desde locales a distantes, y (2) por las áreas de responsabilidad que alertan para cada tipo de tsunami-sub-nacional, nacional, regional, o internacional. El **Sistema para todo el Pacífico** operado por el PTWC proporciona una advertencia internacional aproximadamente media a una hora después de la ocurrencia del terremoto y es eficaz para las comunidades ubicadas a varios cientos de kilómetros, por lo menos, de la región de la fuente. Los **Sistemas regionales**, como aquellos operados por EEUU, Japón, Federación Rusa, Francia y Chile, proporcionan advertencias principalmente domésticas en aproximadamente 10-15 minutos después de la ocurrencia del terremoto y son eficaces para las comunidades ubicadas a cien kilómetros, por lo menos, de la región de la fuente. Los Sistemas locales operados por Japón, Chile y Estados Unidos de América son capaces de proporcionar una advertencia en aproximadamente 5 minutos o menos para dar alguna medida de protección a comunidades localizadas dentro de cien kilómetros de la

fuerza. Tan importante como emitir alarmas, es la emisión rápida de las cancelaciones de las alarmas cuando se determinó que ninguna ola importante existe, y los mensajes informativos para terremotos grandes pero sin potencial de generar tsunamis.

Los Centros que operan sistemas de alarma de tsunami incluyen: el Centro de Alarma de Tsunami del Pacífico en Ewa Beach, Hawaii, EEUU; Centro de Alarma de Tsunami para la Costa Oeste/Alaska en Palmer, Alaska, EEUU; Centros de Alarma de Tsunami de la Federación Rusa en Petropavlovsk-Kamchatskiy, Kurilskiye, y Sakhalinsk; Centros de Alarma de Tsunami del Japón en Sapporo, Sendai, Tokio, Osaka, Fukuoka, y Naha; Centro de Alarma de Tsunami para la Polinesia Francesa en Papeete, Tahiti; y el Centro Nacional de Alerta de Tsunami en Chile con sus oficinas centrales en Valparaíso.

Ciertos otros Estados Miembros también han establecido recientemente o han mejorado su sistemas sísmico y/o mareográfico y las capacidades de análisis como base para un centro nacional de alarma de tsunami.

UNESCO

Organización Educativa, Científica y Cultural de las Naciones Unidas.

Wdc

Centro Mundial de Datos.



REFERENCIAS DE TSUNAMIS

Abe, K., Size of great earthquakes of 1837-1974 inferred from tsunami data, *J. Geophys. Res.*, 84, 1561-1568, 1979

Abe, K., Physical size of tsunamigenic earthquakes of the northwestern Pacific, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 27, 194-205, 1981

Ambraseys, N.N., Data for the investigation of the seismic sea-waves in the Eastern Mediterranean, *BSSA*, (p. 895-913), 1962

Iida, K., D.C. Cox and G. Pararas-Carayannis, Preliminary catalog of tsunamis occurring in the Pacific Ocean, Data Report No. 5, HIG-67-10, Hawaii Institute of Geophysics, University of Hawaii, August, 1-270, 1967.

Kanamori, H. Mechanism of tsunami earthquakes, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 6, 346-359, 1972

LIBROS

International Conference on Tsunamis, Paris, France 1998, CEA, 1999

Numerical modeling of water waves, Mader, C. L., Los Alamos series in basic and applied sciences, 1988

Seismic Sea Waves Tsunamis, T. S. Murty Fisheries and Environment, bulletin N° 198, Canada, 1977.

Terremotos y tsunamis o maremotos: Texto para educación prebásica. Translated into: Earthquakes and tsunamis :Pre-elementary school (also teacher's guidebook) SHOA/IOC/ITIC 1996.

Terremotos y tsunamis o maremotos: Texto de Enseñanza Media. 119 p. Translated into: Earthquakes and tsunamis : high school textbook (also teacher's guidebook).SHOA/IOC/ITIC 1997

Te invito a conocer la tierra I, texto de enseñanza básica 2do a 4to grado. Translated into: I invite you to know the earth I : 2nd to 4th grade of elementary school textbook (also teacher's guidebook). SHOA/IOC/ITIC 1997.

Te invito a conocer la tierra II, texto de enseñanza básica 5to a 8o grado. Translated into: I invite you to know the earth II : 5th to 8th grade of preparatory school textbook (also teacher's guidebook). SHOA/IOC/ITIC 1997.

Tsunami: progress in prediction, disaster prevention and warning. Sixteenth International Tsunami Symposium (1993), *Advances in Natural and Technological Hazards research*, Kluwer Academic Publishers, 1995

Tsunamis in the World. Fifteenth International Tsunami Symposium (1991), *Advances in Natural and Technological Hazards research*, Kluwer Academic Publishers, 1993

Tsunamis: Their Science and Engineering International Tsunami Symposium (1981) *Advances in Earth and Planetary Sciences*, D. Reidel Publishing Company, 1983

Tsunamis: 1992-1994, Their generation, dynamics, and hazard, *Pure and Applied Geophysics*, 144, 1995.

Tsunami (2nd edition) W. Dudley and Min Lee's, (University of Hawaii Press, 1998).

Tsunamigenic earthquakes and their consequences, *Advances in GEOPHYSICS*, vol 39, Academic press, 1998.

PUBLICACIONES DE LA COI

Master Plan, First edition, 1984

Master Plan, IOC/INF-1124, Second edition, 2000 (English, French, Spanish, Russian)

Master Plan: IOC/INF-1124 (English, Spanish, French, Russia on-line.
<http://www.prh.noaa.gov/itic/>

Tsunami the Great Waves (English, French, Spanish)

Tsunami The Great Waves on-line (English, French, Spanish on-line
<http://www.prh.noaa.gov/itic/>

Tsunami Warning, (Children Cartoon)

Post-tsunami survey field guide (English, French, Spanish) IOC Manual and Guides N° 37.

Post Survey Tsunami Guide UNESCO, 1998, IOC Manual and Guides N° 37 on-line (English, Spanish, <http://www.prh.noaa.gov/itic/>

UGG/IOC Time Project - Numerical Method of tsunami simulation with the leap-frog scheme IOC Manual and Guides N° 35.

Tsunami Glossary (First edition) A Glossary of terms and Acronyms used in the tsunami literature (English) IOC Technical series N° 37.

Tsunami Glossary on-line
<http://www.prh.noaa.gov/itic/>

Tsunami Newsletter (ITIC) 1965-1999 vol I to XIX on-line
<http://www.prh.noaa.gov/itic/>

7 ÍNDICE

Altura media	12	ITIC	19	Plan Maestro	20
Altura significativa de la onda	14	ITSU	20	Prevención en materia de tsunami	10
Amplitud de la marea	18	IUGG	20	Propagación del tsunami	10
Amplitud del tsunami	14	Línea de inundación	12	PTWC	20
Amplitud del tsunami (máxima)	14	Longitud del seno	12	PTWS	20
Area de inundación	12	Longitud de ondas de tsunami	15	Reconocimiento post-tsunami	5
Ascenso	13	Magnitud	12	Remolino	16
Bajamar	16	Magnitud del tsunami Mt	14	Riesgo de tsunami	10
Boletín de Información sobre Tsunami	21	Mapa de evacuación	5	Rompeolas	16
Boletín de Alarma de Tsunami	21	Mapa de tiempo de viaje	6	Run-up	13
Boletín de Alarma Regional de Tsunami	21	Marea	18	Run-up máximo	12
Boletín de Alerta Regional de Tsunami	21	Maremoto	18	Sono de una onda	15
Caída	12	Mareograma	17	Sismo tsunamigénico	4
COI	19	Mareógrafo	13	Subida inicial	12
Cotidal	16	Marigrama	13	Tablero de Boletines sobre Tsunami	20
Datos de tsunamis históricos	5	Máximo nivel de agua	15	Teletsunami o tsunami distante	4
Daños por tsunami	6	Máximo run-up	10	Teoría de la generación de tsunami	7
Desbordamiento	13	Medidor de marea	18	Terremoto tsunami	3
Distribución del run-up	13	Microtsunami	2	Tiempo de viaje	6
Dispersión del tsunami	7	Modelación numérica de tsunami	9	Tiempo estimado de llegada (ETA)	5
Escala de Sieberg de la intensidad de tsunami	13	Modelaje hidráulico	5	Tiempo transcurrido	12
Efectos de los tsunamis	8	Modelo hidráulico	5	Tsunami	6
Estación mareográfica	18	Nivel del mar	13	Tsunami atmosférico	2
Evaluación del riesgo por tsunami	7	Nivel del mar de referencia	17	Tsunamigénico	10
Fuente del tsunami	10	Nivel máximo probable	17	Tsunami interno	2
Generación del tsunami	7	Nivel medio del mar	17	Tsunami local	2
Hora de llegada	12	Observación de tsunami	10	Tsunami de todo el Pacífico	3
GIC/ITSU	19	Onda de marea	18	Tsunami regional	3
Intensidad	12	Onda inicial	12	UNESCO	22
Inundación horizontal	12	Ola reventada	16	Evaluación del riesgo por tsunami	7
Inundación máxima	12	Paleotsunami	3	Velocidad del tsunami	10
		Peligro de tsunami	7	Velocidad en agua de baja profundidad	10
		Período del tsunami	15	WDC	22
		Período predominante del tsunami	15	Zonificación de tsunami	11
		Plan de Comunicaciones	19		



CENTRO INTERNACIONAL DE INFORMACIÓN DE TSUNAMI (ITIC)

737 Bishop Street Suite 2200
Honolulu, Hawaii 96813-3213
U.S.A.
Phone: 808-532-6422
Fax : 808-532-5576
Email: Laura.Kong@noaa.gov
Http://www.prh.noaa.gov/itic/

Localizado en Honolulu, el **Centro Internacional de Información sobre Tsunami (International Tsunami Information Center ,ITIC)** fue establecido el 12 de noviembre de 1965 por la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la Organización Educativa, Científica y Cultural de las Naciones Unidas (UNESCO). En 1968, la COI formó un Grupo de Coordinación Internacional para el Sistema Internacional de Alerta contra Tsunami en el Pacífico (ICG/ITSU). Los 25 Estados

Miembros actualmente son:

Australia, Canadá, Chile, China, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Estados Unidos de América, Federación Rusa, Fiji, Filipinas Francia, Guatemala, Islas Cook, Indonesia, Japón, México, Nicaragua, Nueva Zelanda, Perú, República de Corea, República Popular Democrática de Corea, Samoa Occidental, Singapur y Tailandia.

ITIC es responsable, entre otras funciones, de: **Supervisar** las actividades internacionales de alarma de tsunami en el Pacífico y recomendar mejoras con respecto a las comunicaciones, redes de computadoras, adquisición de datos, y diseminación de información; **Suministrar** a los Estados Miembros y no-miembros la información sobre los sistemas de alarma de tsunami, sobre los asuntos del ITIC y cómo llegar a ser participantes activos en las actividades de ITSU; **Apoyar** a los Estados Miembros de ITSU en el establecimiento de sistemas nacionales de alarma y mejorar la preparación para los tsunamis en todas las naciones a lo largo del Océano Pacífico; **Recoger** y promulgar el conocimiento sobre tsunamis y promover la investigación sobre tsunami y su aplicación para prevenir pérdidas de vida y daños a la propiedad

SIMANUS

